

UDK 528.932.6(048.3):681.3(497.13)

528.948:551.591:621.396.61

Originalni znanstveni rad

DIGITALNI MODEL RELJEFA HRVATSKE — IZRADA I UPOTREBA ZA PLANIRANJE MREŽA ODAŠILJAČA I PRETVARAČA

Ivan KOVAČ — Zagreb*

1. UVOD

Jedna od osnovnih djelatnosti RO Odašiljači i veze Radio televizije Zagreb je planiranje i izgradnja mreža odašiljača i pretvarača, koje trebaju omogućiti potpuno pokrivanje teritorija SR Hrvatske radiodifuznim programima, te mreža usmjerenih veza.

Ovdje će biti govora o geodetskom dijelu posla, kako u planiranju mreža tako i u svim proračunima usmjerenih veza te konačno i u analizi kvalitete propagacije. Planiranje mreža odašiljača i pretvarača je veoma kompleksan zadatak. Osnovni elementi koji utiču na oblik mreža jesu:

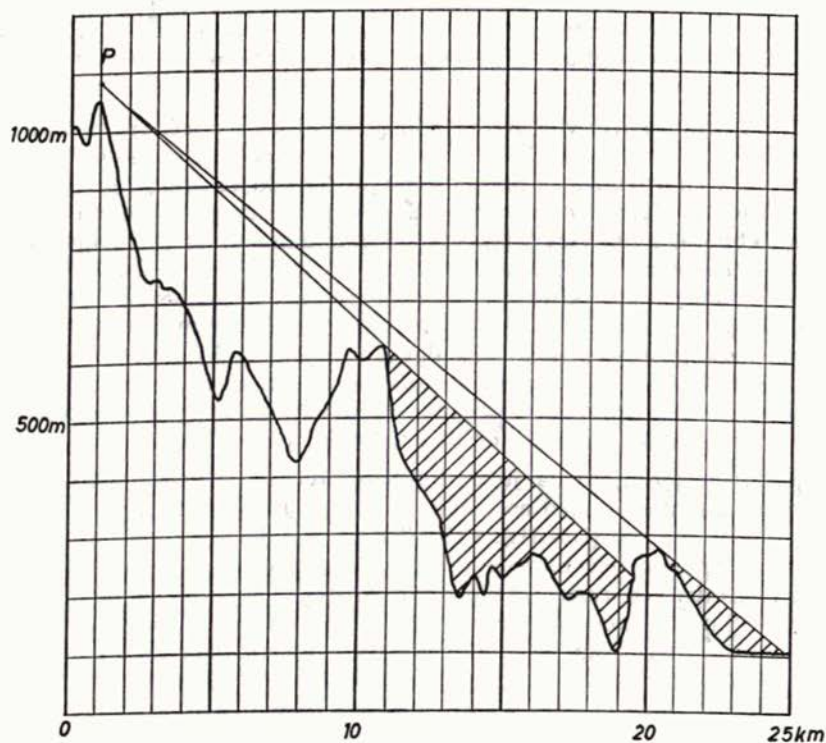
- Oblik granica SR Hrvatske, odnosno oblik površine koju treba pokriti. Već i površnim poznavanjem tog oblika stiče se dojam da on može samo potencirati težinu planiranja, barem u usporedbi sa ostalim republikama.
- Reljef, koji je poznat po svojoj raznovrsnosti, od slavonske ravnice do planina sa vrhovima koji se izdižu i do 1800 metara nad morem.
- Ekonomičnost mreže, to jest nastojanje da se sa što manjim brojem odašiljača i pretvarača pokrije što veća površina.
- Ovdje valja još reći da se vodi računa i o uvjetima infrastrukture.

Osnovni uvjet pri odabiranju lokacije za odašiljač ili pretvarač jest da kvalitet prijema, kojim to područje treba biti pokriveno sa izabrane lokacije, ne bude ometen (gušen, oslabljen) ni od kakvih prirodnih ili umjetnih terenskih prepreka. To znači da planerima treba dati kartu na kojoj je sasvim jasno označeno područje koje može biti *sigurno* pokriveno programom iz zadane lokacije. Takva karta je potrebna tim više što u tom poslu praktično nije moguće obaviti pokuse. Na taj način došlo se do pojma »karta vidljivosti« ili kako se još često naziva »karta dogledanja«. Ovdje treba utvrditi još samo jedno, da karte vidljivosti omogućuju planerima da unaprijed vide što bi se moglo postići prvom a što drugom ili možda trećom lokacijom. Jedino izborom i analizom tih rezultata moguće je doći do dobrog rješenja.

* Adresa autora: Ivan Kovač, dipl. inž., Odašiljači i veze RTZ Zagreb, Radnička cesta — Đure Đakovića 22.

2. IZRADA KARTE VIDLJIVOSTI

Jedna od karakteristika valova UHF i VHF (frekvencije) područja je to da se oni prilikom prostiranja ponašaju vrlo slično valovima svjetlosti, to jest prostiru se skoro pravocrtno.



$$\vartheta = 5^\circ$$

$$K = 4/3$$

Slika 1

Na slici 1 prikazan je dio profila, smjerni kut kojeg je 5° , pretvarač prikazan kao točka isijavanja (P), a sve je predočeno na profilnom dijagramu koji je sračunat i nacrtan tako, da je zakrivljenost Zemlje uzeta u obzir, umanjena koeficijentom $k = 4/3$, o kojemu će biti više riječi prilikom opisa unošenja podataka. Na slici se dalje mogu uočiti dijelovi profila iz kojih postoji dogledanje s točkom isijavanja, i dijelovi profila koji su u sjeni kao što je ovdje slučaj između 11-og i 25-og kilometra. Gustina tih smjerova odnosno pravaca profila diktirana je nizom okolnosti kao što su: važnost objekta, naseljenost interesantnog područja, okolna vertikalna rasčlanjenost i tako dalje. Iskustvom se došlo do uvjerenja da su zadovoljavajuće rezultate pružale karte vidljivosti, ako su za njihovu izradu korišteni podaci iz profila polaganih radijalno iz zadane točke na svaki 1° .

Zaključak: Ako se na kartu određenoga mjerila, po zadanim smjerovima i iz zadane točke isijavanja, nanose oni dijelovi dužina profila koji se dogleđaju sa zadanom točkom, a one dužine profila pod sjenom se ispuste, dobit će se karta vidljivosti za zadanu lokaciju. Sav onaj dio terena koji na karti bude pokriven dužinama raspoređenim radijalno, *sigurno* može biti pokriven programom, ako se to želi. Ostali dio terena će se smatrati da je u sjeni. Zato što manja ili veća područja, iako su u sjeni, mogu imati prijem, bilo zbog refleksije ili pak refrakcije elektromagnetskih valova, a o njima se na karti vidljivosti ne vodi računa. Time je u stvari rečena suštinska razlika između »karte vidljivosti« i »karte pokrivanja«.

Za ručnu izradu karte vidljivosti jednog odašiljača, radeći 360 profila 80 km dužine, trebalo je očitati oko 12 000 točaka, odnosno upisati 24 000 podataka (udaljenost R, visina H), zatim nacrtati 360 profila, da bi se na njima grafičkim postupkom dobile dužine dogledanja. Sveukupno za izradu karte vidljivosti bilo je potrebno jednom stručnjaku 60 radnih dana. Iz svega ovoga proizlazi da je kombiniranje sa lokacijama, kao jedan od bitnih elemenata u planiranju, dovedeno u pitanje, jer ako prva lokacija ne zadovoljava svim postavljenim uvjetima ili zahtjevima, valjalo bi tri mjeseca čekati izradu iduće karte vidljivosti da bi se u postupku moglo ići dalje. Ovdje također nije na odmet reći da jednom očitani podaci ne mogu poslužiti ni za što drugo nego samo za one profile koji su već jednom napravljeni. Redovito se zbog toga događalo da se jedna te ista površina morala čitati i nekoliko puta.

Uslijed toga vjerujem da je potpuno opravdan zaključak da se za geodetski dio posla ovdje kao jedino moguće rješenje nametnula izrada, digitalnog modela reljefa Hrvatske (DMRH). Uslijed toga smo još 1973. godine imali model koji je za analizu već izgrađenih odašiljača mogao poslužiti, ali za planiranje mreže pretvarača, raster je bio suviše grub [1]. No od onda se mnogo toga promijenilo u konfiguraciji i kapacitetu Sveučilišnog računskog centra (SRC-a), kao i u kapacitetima diska, te je bilo moguće uraditi novi model o kojem će dalje biti riječi.

3. OSNOVNE KARAKTERISTIKE DMRH RO ODAŠILJAČI I VEZE RTZ

Za sve digitalne modele reljefa koji pokrivaju veće površine, njihovu osnovu čini mnoštvo točaka definiranih u prostoru. Ovisno o namjeni modela, određuje se **gustina točaka**, **oblik mreže** odnosno rastera, koji se polaže na zadanu površinu te koordinatni sustav kojim se točke definiraju u prostoru. Najčešći je slučaj da se DMR izrađuje na osnovi digitalizacije izohipsa po unaprijed utvrđenom ključu. Na primjer: do 500 m n/m, prelazi se sa digitalizatorom po izohipsama na svakih 20 metara visinske razlike, od 500 do 1200 m n/m, svakih 40 metara visinske razlike, a iznad 1200 m n/m, svakih 100 metara visinske razlike. Posebno se još, bez obzira na visinu, čitaju kote bez kojih bi prikazivanje reljefa bilo manjkavo. Zatim se ti podaci dobiveni digitalizatorom, preračunavaju u podatke koji odgovaraju planiranoj mreži (rasteru), pomoću već gotovih programa. Ti programi su najčešće dani tako, da određena površina koju korisnik zaželi, primjerice 80 m × 80 m, dobije neku interpoliranu visinu. Zbog okruglih brojeva kojima se obično određuje mreža podataka

(80 × 80), najčešće se polaže kao raster koordinatna mreža Gauss-Krugerove projekcije.

Posebnu vrstu modela čine oni koji se dobivaju aerofotogrametrijskim postupkom, ali o modelima te vrste ovdje neće biti govora.

Sve ovo je navedeno zato, da se u najgrubljim crtama kaže kako se najčešće postupa pri izradi modela, ali i da se naglasi da ništa od ovog načina rada ne vrijedi za model o kojem će dalje biti riječi.

Raster po kojemu se očitavaju visine za ovaj model, jest mreža meridijana i paralela; znači točke su definirane geografskim koordinatama i apsolutnom visinom (φ , λ , H). Kažimo odmah i to da točka kojoj se čita visina, dolazi na svakih 6" geografske širine i svakih 7,5" geografske dužine. U najjužnijem predjelu Hrvatske to iznosi približno 184 m × 168 metara. Unošenje podataka na disk sa koordinatama φ i λ bilo bi veoma nespretno i zauzimalo bi i suviše prostora. Uslijed toga je upotrebljena matrica sa koordinatnim sustavom: I = O za $\varphi = 42^{\circ}15'$, J = O za $\lambda = 13^{\circ}30'$. Preračunavanje iz geografskih koordinata u koordinate matrice i obratno, vrlo je jednostavno. Kako su se radi daljnje štednje prostora na disku sažimale (pakirale) visine, to su one na disk unesene u ovome obliku:

I = 1690					J = 480				
135	140	153	157	165	180	185	195	200	210
150	150	150	157	170	190	195	198	210	220
150	154	155	160	180	190	195	198	210	220
150	152	155	160	160	180	190	210	212	212
150	152	153	156	160	180	200	207	210	209
147	148	149	152	160	175	185	200	200	200
145	144	140	140	150	160	170	180	190	188
135	135	130	130	133	135	140	160	170	175
120	120	118	118	120	120	130	140	160	170
110	100	105	108	100	105	115	130	140	160

Iz ovoga je vidljivo da se uz samo dvije koordinate matrice, unašalo stotinu kota odjednom. Ako se ima na umu da je trebalo unijeti na disk 4 miliona visina, onda briga o uštedi na vremenu i prostoru nije bila bezrazložna.

Zašto ovaj model nije rađen u Gauss-Krügerovom sustavu?

- SR Hrvatska proteže se kroz dvije Gauss-Krügerove zone, a kako je potrebna datoteka koja omogućuje proračune prema susjednim republikama, to bi zahtijevalo izradu triju datoteka, sa vjerojatnim preklapanjima između susjednih zona.
- Za kartu vidljivosti, a za usmjerene veze pogotovo, često puta su potrebni profili i do 120 km dužine, što znači da se nerijetko događa da se profili protežu i na dvije zone. Kao interesantan slučaj zgodno je spomenuti, da se je u praktičnom radu naišlo na pretvarač koji od 360 profila ima 181 profil u jednoj zoni, a 179 u drugoj.
- Podaci definirani geografskim koordinatama, praktički su kompatibilni sa podacima svih susjeda, na sve četiri strane svijeta, jer ma u kakvom sustavu oni bili, uvijek im je najjednostavnije prijeći na temeljne podatke φ i λ .

- Ovako sazdana datoteka popunjena je podacima kontinuirano, kako bez prekida tako i bez preklapanja.
- Osim toga ovako formirana mreža, kao i kasnije matrica omogućuje bez ikakve preinake u načinu rada, daljnje povećanje površina, koje mogu biti interesantne za obradu, bilo zbog međurepubličke suradnje, bilo zbog međunarodnih dogovora.

Druga bitna razlika prema uobičajenom načinu izrade modela jest u načinu čitanja visina. Mi smo ranije opisano mrežu, jednostavno tanko olovkom nanijeli na karte i na dobivenim presjecištima meridijana i paralela, čitali apsolutne visine. Što smo time dobili odnosno postigli?

- Nismo kupovali digitalizator.
- Nismo kupovali program za računanje visina u pravilnoj mreži, (rasteru), iz digitaliziranih izohipsa.
- Očitane četiri visine na uglovima trapeza, možemo reći da su direktne vrijednosti za te točke, za razliku od interpoliranih. Te vrijednosti u daleko najvećem broju slučajeva definiraju taj trapez kao neravan, za razliku od nekih programa strane proizvodnje koji čini se uništavaju finoću podataka dobivenih digitalizatorom.
- Ovako dobiveni podaci omogućuju interpolaciju, o kojoj će još biti riječi.

Nadam se da neću narušiti ozbiljnost ovoga lista ako navedem podatak da za izradu čitavog modela nije potrošeno niti 500 000 dinara. I još nešto: studenti geodezije koji su radili na ovaj ili onaj način na stvaranju datoteke modela, a prilično ih se izmjenilo za godinu i po dana rada, pokazali su toliku ozbiljnost, savjesnost i pedantnost u radu, da je rad s njima pričinjao veliko zadovoljstvo.

4. DIJAGRAM TOKA

Odmah treba reći da to neće biti detaljno razrađeni dijagram, već dijagram toka koji u glavnim crtama opisuje tok programa. Iz njega se ne bi mogao izraditi program u Fortranu, ali on može biti od znatne pomoći da se razumije sam tok računanja.

Upotreba programa kao uostalom i podaci unose se isključivo putem terminala. Budući da se kartice ne upotrebljavaju to su svi programi napravljeni u obliku dijaloga. Po pozivu određenog programa, na ekranu se pojave pitanja na koja treba dati odgovore da bi program mogao izvršiti svoj zadatak. Time je omogućeno korištenje modela i onima koji nisu s modelom detaljnije upoznati.

U paralelogramu »UNOŠENJE PODATAKA« vidljivo je da treba poslati odgovore na slijedeća pitanja: geografska širina i dužina te apsolutna visina točke isijavanja (φ , λ , H). Zatim početni smjerni kut (v_p), završni smjerni kut (v_z), korak (gustoća smjerova), dužina profila (60 000), visina prijemne antene (10), koeficijent zakrivljenosti Zemlje (4/3). Zatim slijede pitanja koja se odnose na postupak sa rezultatima: da li želite rezultate pohraniti na disk (1), da li želite rezultate štampati (2), da li želite jedno i drugo (3)? Izabравši jedan od ta tri broja izabran je postupak sa rezultatima.

Ako se želi uzeti u obzir visinu prijemne antene, (obično je deset metara) jer po međunarodnim pravilima, potrošač o kojem valja voditi računa smatra se tek onaj koji ima antenu najmanje 10 metara iznad zemlje [2].

Koeficijent zakrivljenosti Zemlje »k« jednak je jedinici kada je $R = 6\,370\,290$ m. U teoriji širenja elektromagnetskih valova UHF i VHF područja nalazimo da se taj koeficijent »k« tokom dana ovisno o meteorološkim uvjetima može znatno promijeniti. U literaturi [3] se navode vrijednosti unutar kojih se općenito »k« može kretati: od $5/12$ do $4/3$, uz napomenu da to ne može biti tokom istoga dana. Mi najčešće koristimo $k = 4/3$, jer to vrijedi u najvećem postotku vremena.

Iz dijagrama toka dalje je vidljivo da treba točku isijavanja smjestiti u matricu I, J da bi po tom mogli zvati visine sa diska. To je programirano izrazom:

$$I = (FI - 42,5) \cdot 600$$

START

UNOŠENJE PODATAKA

GEOGRAFSKE KOORDINATE I APSOLUTNA VISINA TOČKE ISIJAVANJA (φ, λ, h)
 POČETNI SMJERNI KUT PROFILA (P), ZAVRŠNI SMJERNI KUT (Z), KORAK (GUSTOĆA PROFILA)
 DUŽINA PROFILA, KOEFICIJENT ZAKRIVLJENOSTI ZEMLJE, VISINA PRIJEMNE ANTENE
 ŠTO ČINITI SA REZULTATIMA: (1) POHRANITI NA DISK, (2) ŠTAMPATI, (3) JEDNO I DRUGO

ZA TOČKU ISIJAVANJA

RAČUNANJE KOORDINATA MATRICE " I " I " J " IZ GEOGRAFSKIH KOORDINATA

POZIVANJE VISINA SA DISKA U POLJE GLAVNE MEMORIJE VELIČINE
 810×810

ZA TOČKU ISIJAVANJA

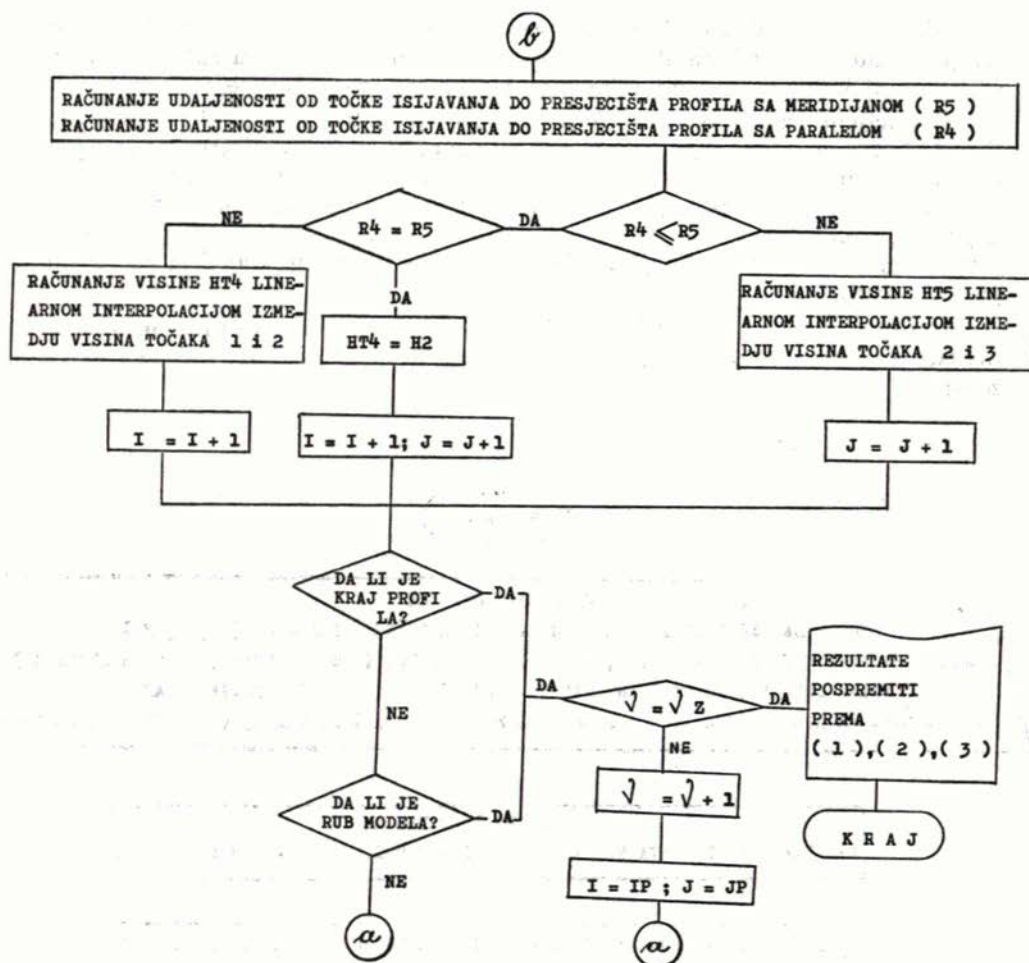
RAČUNANJE KOORDINATA U RAVNINI " X " I " Y " UZ UVJET DA DODIRNI MERIDIJAN
 PROJEKCIJE PROLAZI KROZ TOČKU ISIJAVANJA: $X = B, Y = 0$

RAČUNANJE KOORDINATA U RAVNINI ZA TRI TOČKE IZMEDJU KOJIH
 PROLAZI PROFIL: $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), (X_3, Y_3)$

RAČUNANJE KOORDINATA PRESJECIŠTA PROFILA SA MERIDIJANOM (XT_5, YT_5)
 RAČUNANJE KOORDINATA PRESJECIŠTA PROFILA SA PARALELOM (XT_4, YT_4)

6

a



$$J = (AL - 13,5) \cdot 480$$

Napomena: $AL = \lambda$, $Fi = \varphi$. Budući da smo pakirali visine (10×10) to valja pomoću IM i JM naći prve niže vrijednosti I i J , zaokružene na desetnicu:

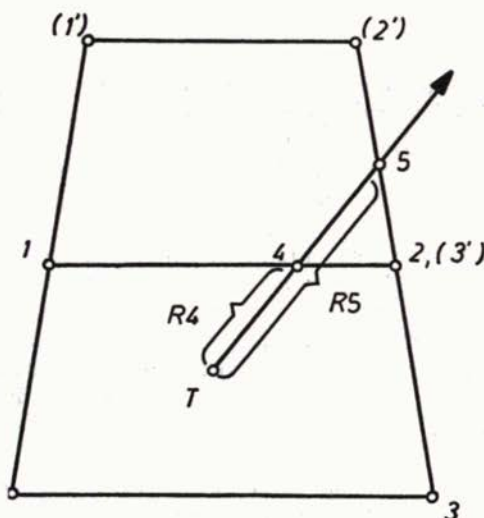
$$IM = I/10 \cdot 10$$

$$JM = J/10 \cdot 10$$

Sada je sve spremno da se pozovu podaci sa diska u polje 810×810 i to od $IM - 400$ do $IM + 400$, te od $JM - 400$ do $JM + 400$.

Budući da se karte vidljivosti rade na kartama mjerila $1 : 50\,000$ ili $1 : 100\,000$, a one su dane u Gauss-Krügerovoj projekciji to i programom prelazimo u Gauss-Krügerovu projekciju, ali na taj način što stavljamo dodirni meridijan kroz točku isijavanja. Uslijed toga vrijede za točku isijavanja slijedeće tri relacije: $l = O$, $X = B$, $Y = O$. Sjever za kojeg uzimamo da je $v = O$, jeste X os položena kroz meridijan i on se očito ne poklapa sa X osi Gauss-Krüge-

rove zone. Sada kad smo sa elipsoida prešli na ravninu možemo računati uz maloprije navedene uvjete, Gauss-Krügerove koordinate za prve tri točke između kojih profil prolazi (1, 2, 3), te dobivamo: 1 (X_1, Y_1), 2 (X_2, Y_2), 3 (X_3, Y_3). (sl. 2).



Slika 2

Profil položen pod zadanim smjernim kutem u svakom slučaju siječe i meridijan i paralelu. Za nas je interesantno samo prvo sjecište pa zato računamo koordinate za oba presjecišta. Zatim računamo udaljenosti do oba presjecišta, a za nas je ono važno čija udaljenost od točke isijavanja je manja. Usljed toga imamo skretnicu » $R_4 < R_5$ «. U početku je program imao samo mogućnost odluke DA — NE. Kasnije se pokazalo prilikom korištenja da iako se račun odvija u »double precision« ipak se dogodi da profil pogodi točno u presjecište meridijana i paralele, a tada je $R_4 = R_5$. Morali smo dograditi u programu i tu mogućnost koja se izvanredno rijetko dešava, ali ipak se desi.

Nakon što je računar utvrdio koje je presjecište ono traženo, pristupa određivanju apsolutne visine te točke i to linearnom interpolacijom između dviju susjednih točaka. Jednom to bude interpolacija između točaka 1 i 2, a drugi puta između točaka 2 i 3, dok rijetko kada prođe bez interpolacije kada uzima visinu točke 2.

Zašto je primjenjena linearna interpolacija ili zašto je primjenjena samo linearna interpolacija?

Svrha ovoga modela je dobivanje što je moguće točnijih profila. Izučavanjem oko 2000 profila došli smo do uvjerenja da u daleko najvećem broju slučajeva je linearna interpolacija jedina ispravna interpolacija. Kada ona nije ispravna? Onda kada se radi o oštrim vrhovima čije kote ne padaju točno na presjecište meridijana i paralela, bez obzira na gustoću rastera, nego unutar njega. Zatim kada se radi o terenu ispresjecanom vododerinama i na kraju kada je riječ o vrlo uskom kanjonu, što je vrlo rijedak slučaj.

U prvom slučaju kota oštrog vrha pripiše se najbližem presjecištu meridijana i paralele. Time se učinila poziciona pogreška no ne veća od 70 — tak metara.

U drugom slučaju kada je riječ o kanjonu i dubokim vododerinama znamo da ta mjesta nisu naseljena te nas pogreške koje zbog toga nastaju na karti vidljivosti praktički ne smetaju.

Ipak se pokušalo analizirati što bi dobili interpolacijom pomoću izraza: $Y = ax^n - bx^{n-1} + \dots$ u kojem smo prema potrebi mijenjali »n« od 2 do 5. U tom slučaju ne bi dolazilo do pozicionih pogrešaka kota, međutim tada bi uz svaku visinu na disku valjalo osigurati prostora za oznaku od koje visine počinje interpolacija i kojeg stupnja. Moguće je također stavljati umjesto visina već gotove koeficijente izračunanih jednadžbi za interpolaciju između nekoliko visina, međutim sve bi to znatno povećalo datoteku a da ne govorimo koliko bi to produžilo stvaranje datoteke. Pa ipak glavni razlog zašto se u tom pravcu nije išlo dalje jest slijedeće; poboljšanja koja smo dobivali u interpretaciji profila na terenima izvanredno teške konfiguracije iznašala su ± 4 metara. Mi međutim nismo u stanju nanijeti u modele, granice šuma kao ni njihove visine, a šume se tretiraju također kao smetnja u znatnom postotku. Odatle je poteklo razmišljanje: ima li smisla uz velike žrtve u prostoru na disku i vremena općenito, istjerivati točnost i to upravo na onim mjestima gdje šume tu istu točnost odnose?

Čitav digitalni model oivičen je sa »—1« i time je programom riješeno pitanje: »Da li je kraj modela?« Budući da nemamo negativnih visina to računari naišavši na negativnu vrijednost zauzima početne vrijednosti za $I = IP$ za $J = JP$ te nastavlja raditi idući profil ako mu prethodno urađeni nije završni.

5. REZULTATI

Rezultati koje dobivamo ovim programom izgledaju ovako:

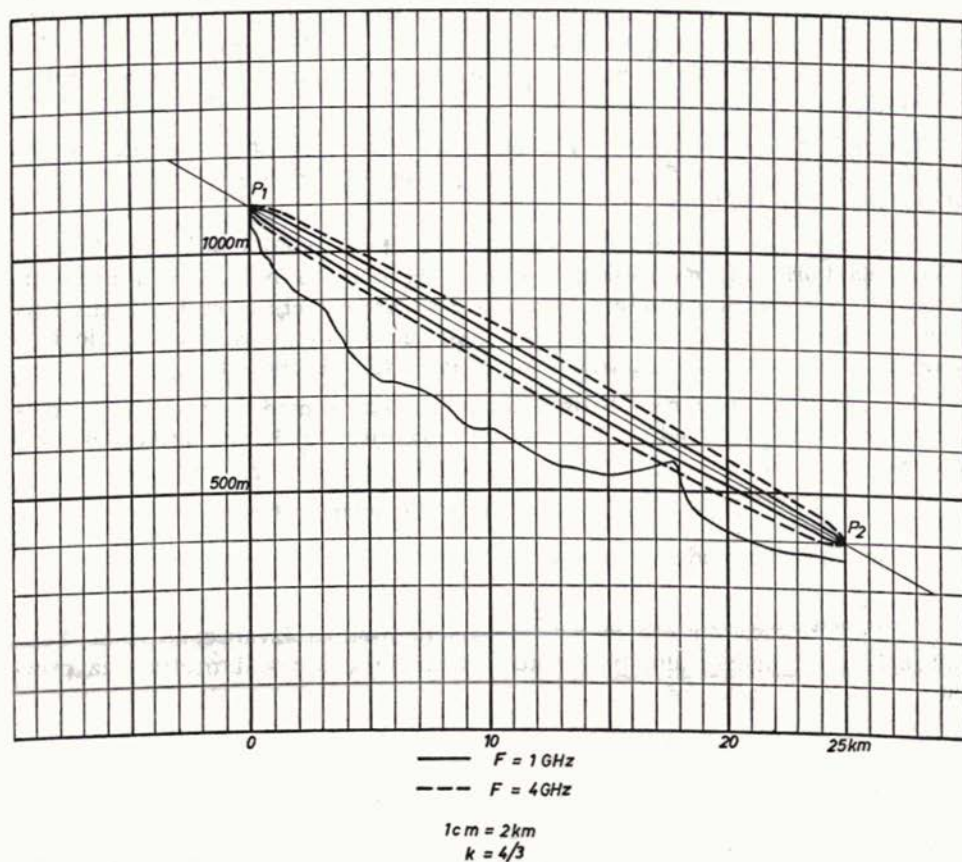
UDALJ.	VIS.	V.	UDALJ.	VIS.	V.	UDALJ.	VIS.	V.
37765	104	1	37829	103	1	38084	75	—1

Dakle na udaljenosti 37765 metara od točke isijavanja, apsolutna visina terena je 104 m n/m, a ona jedinica ispod »V« znači da postoji vidljivost, odnosno dogledanje sa točkom isijavanja. Na udaljenosti 37976 metara imamo apsolutnu visinu terena 75 metara ali onaj (—1) ispod »V« govori da nepostoji dogledaje s točkom isijavanja. Time smo dobili sve elemente za crtanje profila, ako to želimo, zatim podatke za crtanje karte vidljivosti o čemu nam govore simboli »—1« odnosno »1«. Na kraju takvog ispisa još se dobiva izračunano: H-MIN, H-MAX, DELTA H i H-EFEKTIVNO, što sačinjava niz osnovnih parametara koji služe za račun propagacije za dani smjer. Iz ovoga je uočljivo da se karta dogledanja može napraviti i bez crtanja profila, to jest iz samoga ispisa rezultata, međutim ne može se napraviti »karta pokrivanja«. Za račun propagacije i kao krajnji rezultat za kartu pokrivanja, potrebno je imati predodžbu kako profili izgledaju da bi se odredio način računanja, razumljivo za

ona mjesta koja nemaju dogledanje s točkom isijavanja. Uslijed toga što svi profili Medvednice nemaju iste karakteristike, sa nekih dijelova Zagreba je moguće gledati TV program Ljubljane ili Austrije, ali to ne vrijedi za čitav Zagreb.

Iz ovoga ne tako stručnog dijela izlaganja može se ipak nešto zaključiti, a to je, da model jednom služi u svrhe projektiranja a drugi put za proračun smetnji koje mogu nastati od strane drugih odašiljača.

Drugo važno područje spomenuto i u uvodu jesu usmjerene veze. Za račun usmjerenih veza služi kao osnova također profil, ali programom je odmah ugrađeno praćenje profila u odnosu na Fresnelovu zonu. Fresnelova zona je rotacioni elipsoid unutar kojega putuju elektromagnetski valovi od parabole odašiljača prema paraboli prijemnika, unutar koje ne smije postojati zapreka da bi prijemna jakost elektromagnetskog polja bila u skladu sa proračunatom [4].



Slika 3

Ta zona se računa pomoću slijedećih elemenata: razdaljina između dviju parabola, razlika visina između njih, te frekvencija koja naročito utječe na debljinu snopa. Na slici 3 možemo uočiti razlike debljine snopa između para-

bola P_1 i P_2 koja je nastala uslijed razlike u frekvencijama za 3GHz. Dakle mi smo u stanju izračunati na svakoj udaljenosti od parabole apsolutnu visinu najniže točke Fresnelove zone. Dalje će nam najzornije predočiti o čemu se radi, ispis rezultata koji sadrži slijedeće elemente:

UDALJ.	VIS.	FR.	UDALJ.	VIS.	FR.	UDALJ.	VIS.	FR.
17568	426	26	17701	424	13	17840	453	—8

Ti podaci govore: na udaljenosti 17568 metara od parabole odašiljača, apsolutna visina terena iznosi 426 metara, a teren je niži od najniže točke Fresnelove zone na toj udaljenosti za 26 metara. Na udaljenosti 17840 m od te parabole, apsolutna visina terena iznosi 453 metra a 8 metara je visoka smetnja koja se nalazi na tom mjestu unutar Fresnelove zone. U ovom slučaju bi se vjerojatno pristupilo analizi čitave trase pomoću nacrtanog profila i Fresnelove zone.

Očito je da se na temelju modela može još mnogo toga uraditi kao na primjer traženje točke (lokacije) iz koje postoji dogledanje sa dva odašiljača ili pretvarača i tako dalje.

I da zaključimo: digitalni model reljefa otvara velike mogućnosti brzog i iscrpnog korištenja geodetskih podataka za potrebe planiranja i projektiranja ne samo u proračunima vezanim za komunikacijski sustav nego i za druga područja (dalekovodi, kubatura akumulacionih jezera, iznalaženje najmanjeg broja šumskih osmatračnica protiv požara i tako dalje).

U priličnom broju radnih organizacija digitalni model bi mnogo pomogao u svakodnevnom radu, ali se ne pristupa njegovoj izradi uglavnom zbog dva razloga:

- Smatra se da je izrada datoteke suviše dugotrajna, i
- da je digitalni model suviše skup.

Ovime se upravo zato htjelo pokazati kako smo sa malo sredstava i za nepunih 18 mjeseci uradili model koji na predjelima izvanredno teške konfiguracije ima maksimalnu pogrešku ± 5 metara u visini profila, uz pretpostavku da je karta točna.

LITERATURA

- [1] Kovač, I.: Upotreba digitalnog reljefa Hrvatske u planiranju mreže odašiljača i pretvarača. Savjetovanje »Kartografija u prostornom planiranju«, Ljubljana, novembar 1973.
- [2] C. C. I. R. XIIIth PLENARY ASSEMBLY, Volumen V — Geneva, 1974.
- [3] Libois L. J.: Faisceaux herziens et systemes de modulation, Paris, str. 393—397.
- [4] Dolukhanov M.: Propagation of radio Waves. Mir publishers Moscow 1971.

SADRŽAJ

U planiranju mreža odašiljača i pretvarača, kao i mreža usmjerenih veza, geodetski dio posla je veoma značajan. On se sastoji od izrada profila i karata vidljivosti. Izrada digitalnog modela reljefa pokazala se kao jedino rješenje u tom obilju posla. Model je rađen na temelju rastera od geografskih koordinata. Visine su čitane direktno sa karata bez upotrebe digitalizatora. Prilikom izrade profila upotrebljena je linearna interpolacija. Kao krajnje rezultate iz tog modela dobivamo: profile sa oznakama da li postoji dogledanje sa objektom, profile sa ugrađenim kriterijima prema Fresnelovoj zoni, kao i elemente za ocjenjivanje kvalitete propagacije.

ABSTRACT

When planning the network of transmitters and transformers and the network of directional links, the geodetic contribution of work is very important. It consists of profiles and maps of area of sight. The realization of digital model of relief has come out as the only solution of this abundant task. The effective model is based upon grids of geographic coordinates. The heights are read directly from maps without help of digitiser. By making the profile the linear interpolatio is used. The following is obtained as the final results of this model: profiles with marks if there exists line of sight with certain location, profiles with inserted criteria according to Fresnel zone and the elements for estimation of propagation quality.

Primljeno: 1982-09-10